

Проблемы безопасности и экологии в переработке древесины

Глебов И.Т. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) GIT5@yandex.ru

СОПРОТИВЛЕНИЕ ТКАНЕВОГО ФИЛЬТРА АСПИРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

RESISTANCE OF TEXTIL FILTER OF ASPIRATION SYSTEM

На современных деревообрабатывающих предприятиях улавливание пыли, образующейся на станках, производят тканевыми фильтрами стружкоотсосов или рукавными фильтрами стационарных аспирационных систем.

Характеристика древесной пыли. Пыль - это аэрозоль двухфазной системы (твёрдое тело - газ). Размеры твердых частиц пыли изменяются до 300 мкм. Условно твердые выбросы по размерам делят на пять подгрупп: менее 1 мкм; мелкодисперсная пыль размером 1...10 мкм, среднедисперсная пыль 10...40 мкм; крупнодисперсная пыль 40...140 мкм; очень крупная пыль размером более 140 мкм [1]. Распределение частиц аэрозолей по размерам характеризует дисперсный состав пыли, который показывает, из частиц какого размера состоит данный аэрозоль, и массу или количество частиц соответствующего размера.

Весь диапазон размеров древесных частиц разбивают на фракции. Под фракцией понимают массовые доли частиц, содержащихся в определенном интервале размеров частиц.

В табл. 1 и 2 приведен фракционный состав пылей, образующихся на деревообрабатывающих станках по данным Санкт-Петербургской лесотехнической академии [2].

Таблица 1 – Характеристика пыли, полученной при шлифовании древесины

| | | | | | | | | | |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| d, мкм | 6,67 | 7,64 | 8,37 | 9,63 | 10,6 | 10,8 | 11,4 | 12,1 | 13,1 |
| m, мг·10 ⁻⁹ | 202,4 | 303,8 | 404,7 | 607,6 | 809,4 | 865,8 | 1011,2 | 1213,0 | 1516,8 |
| d, мкм | 14,4 | 16,4 | 17,2 | 18,1 | 19,2 | 20,7 | 21,5 | 22,3 | 22,8 |
| m, мг·10 ⁻⁹ | 2024,6 | 3038,0 | 3463,3 | 4051,4 | 4860,8 | 6076,0 | 6744,3 | 7595,0 | 8100,6 |
| d, мкм | 23,3 | 23,9 | 24,6 | 25,3 | 26,1 | 27,0 | 28,1 | 29,3 | 30,9 |
| m, мг·10 ⁻⁹ | 8677,8 | 9346,2 | 10127,4 | 11038,8 | 12152,0 | 13469,2 | 15190,0 | 17214,0 | 20,252,6 |
| d, мкм | 32,9 | 35,4 | 39,1 | 42,1 | 44,7 | 48,1 | 50,0 | - | - |
| m, мг·10 ⁻⁹ | 24304,0 | 30380,0 | 40507,4 | 50632,6 | 60760,0 | 75950,0 | 85604,0 | - | - |

В шлифовальной пыли содержатся частицы с поперечным диаметром 6,67...50,0 мкм. Данные табл. 1 обрабатываем так, что для каждого размера частиц найдем нарастающее содержание массы. Так для d = 7,64 мкм $\sum m = 0,2024 + 0,3038 = 0,5062 \text{ г} \cdot 10^{-9}$; для d = 8,37 мкм $\sum m = 0,5062 + 0,4047 = 0,91 \text{ г} \cdot 10^{-9}$ и т.д. Полученные результаты сведены в табл. 3. По данным табл. 3 построен график (рис. 1, а), где по оси абсцисс отложен диаметр фракций, а по оси ординат - их нарастающее суммарное содержание.

Таблица 2 – Характеристика пыли, полученной при пилении и фрезеровании древесины

| | | | | | | | | |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| d, мкм | 34,2 | 36,3 | 39,1 | 40,5 | 42,1 | 43,0 | 44,1 | 45,2 |
| m, мг·10 ⁻⁹ | 27255,2 | 32706,2 | 40882,8 | 45379,0 | 51103,5 | 54510,4 | 58459,8 | 62960,4 |
| d, мкм | 46,4 | 47,7 | 49,3 | 51,0 | 53,1 | 54,2 | 55,5 | 56,9 |
| m, мг·10 ⁻⁹ | 68138,0 | 74270,6 | 81765,6 | 90896 | 102207,0 | 109020,8 | 116789,4 | 125781,9 |
| d, мкм | 58,4 | 60,1 | 62,1 | 64,2 | 66,9 | 69,7 | 73,7 | 78,3 |
| m, мг·10 ⁻⁹ | 136276,0 | 148540,8 | 163531,2 | 181247,1 | 204414,0 | 231669,2 | 272552,0 | 327062,4 |
| d, мкм | 84,3 | 92,8 | 100,0 | | | | | |
| m, мг·10 ⁻⁹ | 408828,0 | 545104,0 | 681380,0 | | | | | |

Таблица 3 – Нарастающее суммарное массовое содержание фракций смеси шлифовальной пыли

| №п/п фракции | | | | | 5 | | | 8 | | |
|---------------------------------|--------|--------|------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| d, мкм | 6,67 | 7,64 | 8,37 | 9,63 | 10,6 | 10,8 | 11,4 | 12,1 | 13,1 | |
| $\sum m,$ г·10 ⁻⁹ | 0,2024 | 0,5062 | 0,91 | 1,52 | 2,33 | 3,19 | 4,2 | 5,42 | 6,93 | |
| | 11 | | | | 15 | | | | | |
| | 14,4 | 16,4 | 17,2 | 18,1 | 19,2 | 20,7 | 21,5 | 22,3 | 22,8 | 23,3 |
| | 8,96 | 11,99 | 15,5 | 19,5 | 24,37 | 30,45 | 37,19 | 44,79 | 52,89 | 61,57 |
| | | 22 | | | | | | 28 | | |
| | 23,9 | 24,6 | 25,3 | 26,1 | 27 | 28,1 | 29,3 | 30,9 | 32,9 | 35,4 |
| | 70,9 | 81,04 | 92 | 104,2 | 117,7 | 132,9 | 150,1 | 170,3 | 194,7 | 225 |
| | 30 | | | 34 | | | | | | |
| | 39,1 | 42,1 | 44,7 | 48,1 | 50 | - | - | - | - | - |
| | 265,5 | 316,2 | 376 | 452,9 | 538,49 | - | - | - | - | - |

В таблице 3 и на рисунке цифрами 5, 8, 11, 15, 22, 28, 30, 34 отмечены порядковые номера произвольно взятых фракций.

Точно так же обработаны данные табл. 2 и построен график (рис. 1, б) для пыли, полученной при пилении и фрезеровании.

Точки на кривых графиков M_{50} , где суммарная масса составляет 50 %, называются медианами, а соответствующие им диаметры – медианными диаметрами d_{50} , т.е. средними для данной пыли. Так для пыли, полученной при шлифовании, $d_{50} = 39,1$ мкм; для пыли, полученной при пилении и фрезеровании, $d_{50} = 69,7$ мкм.

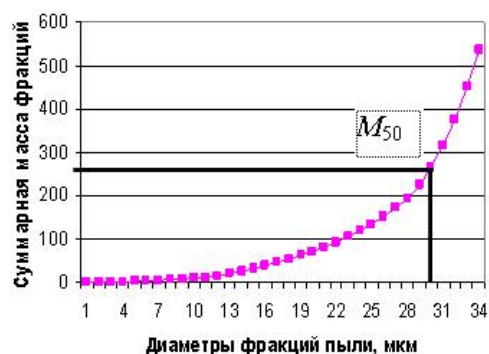
Таким образом, шлифовальную пыль следует отнести к среднedisперсной пыли, $d_{50} = 10...40$ мкм, а пыль, образующуюся при пилении и фрезеровании – к крупнодисперсной, $d_{50} = 40...140$ мкм.

Расчет фильтрующей поверхности ткани фильтра. Фильтрующую поверхность ткани определяют по формуле, м²:

$$F_{\phi} = Q / 60q, \quad (1)$$

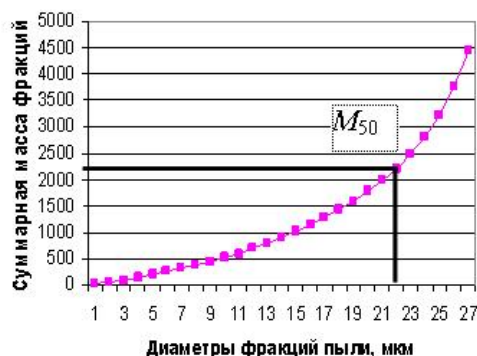
где Q – объем воздуха, поступающего на очистку, м³/ч;

q – удельная газовая нагрузка фильтровальной ткани, скорость фильтрации, м³/(м²·мин).



а

Диаметры фракций, мкм: 5–10,6;
8–12,1; 11–16,4; 15–20,7; 22–25,3;
28–32,9; 30–39,1; 34–50.



б

Диаметры фракций, мкм: 4–40,5;
11–49,3; 19–62,1; 24–78,3; 27–100.

Рисунок 1 – Распределение пыли по фракциям, полученной при:
а – шлифовании; б – пилении и фрезеровании

Значение удельной газовой нагрузки для тканевых фильтров зависит от многих факторов и для древесных стружек, опилок, пыли определяется так [1]:

$$q = q_n c_1 c_2 c_3 c_4 c_5, \quad (2)$$

где q_n – начальное значение удельной газовой нагрузки, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$;
 c_1 – коэффициент, характеризующий особенность регенерации фильтрующих элементов; при встряхивании рукавов $c_1 = 0,7 \dots 0,85$;
 c_2 – коэффициент, учитывающий концентрацию пыли; значение c_2 в зависимости от величины концентрации древесных частиц пыли, $\text{г}/\text{м}^3$, принимают по следующим данным:

| $\mu, \text{г}/\text{м}^3$ | 100 | 80 | 60 | 40 | 20 | 10 | 5 | 1 |
|----------------------------|------|------|------|-----|------|-----|------|-----|
| c_2 | 0,83 | 0,85 | 0,87 | 0,9 | 0,96 | 1,0 | 1,25 | 1,5 |

c_3 – коэффициент, учитывающий влияние дисперсного состава пыли в газе: при медианном диаметре пыли $d_{50} = 39,1$ мкм $c_3 = 1$; при $d_{50} = 69,7$ мкм $c_3 = 1,1$;

c_4 – коэффициент, учитывающий влияние температуры газа; при $t = 20$ °С $c_4 = 1$;

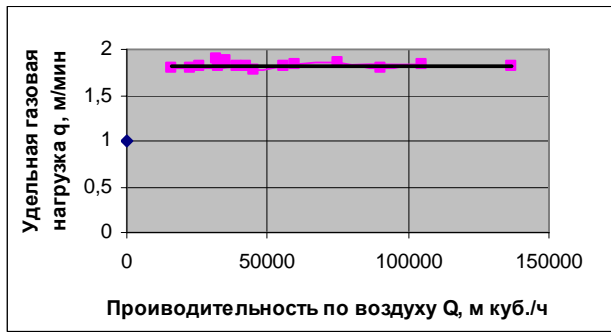
c_5 – коэффициент, учитывающий требования к качеству очистки; для получения ПДК пыли $6 \text{ мг}/\text{м}^3$ принимают $c_5 = 0,95$.

Обследование пылеулавливающих аппаратов УВП-СЦ и УВП-СТ, выпускаемых ЗАО “КОНСАР” позволило установить зависимость значений газовой нагрузки рукавных тканевых фильтров (рис. 2) [3] от их производительности по воздуху.

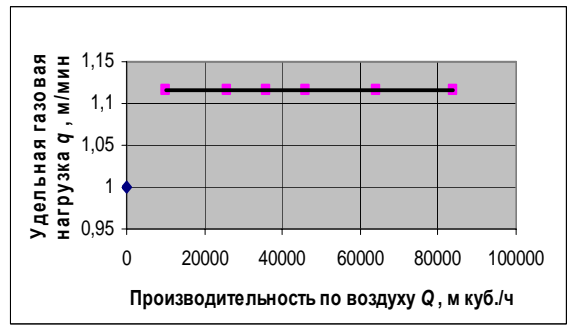
Для стружкоотсосов ЗАО “КОНСАР” расчетные данные приведены в таблице 4 и на рисунок 3.

По рис. 2 и 3 получены выражения для определения удельной газовой нагрузки, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$:

– для рукавных тканевых фильтров, работающих с древесными опилками, стружками $q = 1,8178 + 5 \cdot 10^{-8} Q$;



а



б

Рисунок 2 – Значения удельной газовой нагрузки рукавных фильтров при очистке воздуха: а – от стружек и опилок; б – от шлифовальной пыли

Таблица 4 – Характеристика стружкоотсосов ЗАО “КОНСАР”

| Параметры | Стружкоотсосы УВП-ИН | | | | | |
|-----------------------------|----------------------|------|------|------|-------|-------|
| | 1200 | 2000 | 2000 | 3000 | 5000 | 7000 |
| Q, м³/ч | 1200 | 2000 | 2000 | 3000 | 5000 | 7000 |
| d, м | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 1 | 1 |
| n, шт | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| H, м | 0,90 | 0,95 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| F, м² | 1,60 | 1,69 | 2,17 | 3,53 | 11,78 | 15,71 |
| q, м³/м²·мин | 12,5 | 19,7 | 15,4 | 14,2 | 7,1 | 7,4 |
| Установленная мощность, кВт | 1,1 | 1,5 | 1,5 | 2,2 | 4,0 | 5,5 |

Здесь d – диаметр тканевого мешка, n – количество фильтровальных мешков, H – высота мешка.

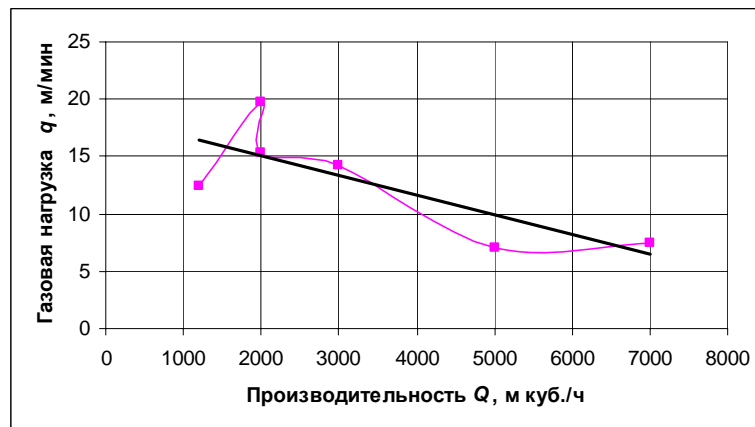


Рисунок 3 – Зависимость удельной газовой нагрузки фильтра стружкоотсоса от его производительности

– для рукавных тканевых фильтров, работающих с шлифовальной пылью $q = 1,1163 + 2 \cdot 10^{-9} Q$;

– для тканевых фильтров стружкоотсосов $q = 18,473 - 0,0017Q$.

Начальное значение удельной газовой нагрузки по формуле (2) $q_n = q / c_1 c_2 c_3 c_4 c_5$. Знаменатель дроби при очистке воздуха от древесных частиц равен 0,786 или $q_n = 1,27q$.

Таким образом, можно определить значение q_n , $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$:

– для рукавных тканевых фильтров, работающих с древесными опилками, стружками $q_n = 1,27(1,8178 + 5 \cdot 10^{-8} Q)$;

– для рукавных тканевых фильтров, работающих с шлифовальной пылью $q_n = 1,012(1,1163 + 2 \cdot 10^{-9} Q)$;

– для тканевых фильтров стружкоотсосов $q_n = 1,27(18,473 - 0,0017Q)$.

Пример 1. Стружкоотсос, подключенный к станку ЦА-2А, имеет производительность по воздуху $Q = 1200 \text{ м}^3/\text{ч}$. Определить поверхность фильтровального тканевого мешка.

Решение. 1. Удельная газовая нагрузка для лавсановой фильтровальной ткани

$$q = q_n c_1 c_2 c_3 c_4 c_5.$$

$$\text{Значения } q_n = 1,27(18,473 - 0,0017Q) = 1,27(18,473 - 0,0017 \cdot 1200) =$$

$= 20,87 \text{ (м}^2 \cdot \text{мин)}$, $c_1 = 0,8$; при обслуживании станка ЦА-2А образуется пыли $32,5 \text{ кг/ч}$ или концентрация пыли в воздушном потоке равна $\mu' = 32,5 \cdot 1000/1200 = 27,1 \text{ г/м}^3$, тогда $c_2 = 0,94$; $c_3 = 1,1$; $c_4 = 1,0$; $c_5 = 0,95$.

$$q = 20,87 \cdot 0,8 \cdot 0,94 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,95 = 16,4 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин}).$$

2. Фильтрующая поверхность ткани, м^2 :

$$F_\phi = Q / 60q = 1200/(60 \cdot 16,4) = 1,22 \text{ м}^2.$$

У существующего стружкоотсоса $F_\phi = 1,6 \text{ м}^2$ (см. табл. 4).

Гидравлическое сопротивление фильтра. Гидравлическое сопротивление фильтра (рис. 4) складывается из сопротивления корпуса Δp_k (сопротивления воздуха на входе и выходе), сопротивления ткани Δp_t и сопротивления осевшей на ткань пыли $\Delta p_{пл}$, Па [1]:

$$\Delta p_\phi = \Delta p_k + \Delta p_t + \Delta p_{пл}. \quad (3)$$

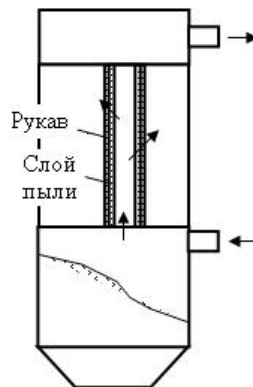


Рисунок 4 – Схема фильтрации

Гидравлическое сопротивление корпуса аппарата определяется величиной местных сопротивлений, Па:

$$\Delta p_k = 0,5 \xi_{мс} \rho V^2, \quad (4)$$

где ζ_{mc} – сумма гидравлических коэффициентов местного сопротивления; при конструировании фильтров принимают $\zeta_{mc}=1,0 \dots 1,2$;
 V – скорость воздуха во входном патрубке, м/с;
 ρ – плотность воздуха, $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$.

Гидравлическое сопротивление ткани фильтра Δp_T вычисляют по выражению, Па:

$$\Delta p_m = K_n \mu_1 q / 60 \quad (5)$$

где K_n – коэффициент сопротивления экспериментальный, зависящий от размеров частиц и проницаемости ткани; для рукавных фильтров из лавсановой ткани и твердых частиц можно принять:

– для древесной пыли с медианным диаметром $d_{50}=39,1 \text{ мкм}$

$$K_n \approx 600 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}; \quad (6)$$

– для $d_{50}=69,7 \text{ мкм}$

$$K_n \approx 400 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}; \quad (7)$$

– для стружкоотсосов

$$K_n \approx 50 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}.$$

μ_1 – коэффициент динамической вязкости воздуха, Па·с; его значение для воздуха находят по формуле Милликена, Н·с/м²

$$\mu_1 = 17,11845 \cdot 10^{-6} + 49,3443 \cdot 10^{-9} t, \quad (8)$$

при $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\mu_1 = 17,11845 \cdot 10^{-6} + 49,3443 \cdot 10^{-9} \cdot 20 = 18,1 \cdot 10^{-6} \text{ Н·с/м}^2.$$

q – удельная газовая нагрузка, равная скорости фильтрования, м/мин.

Потери напора в осевшей на ткань пыли $\Delta p_{пл}$ рассчитывается по уравнению, Па:

$$\Delta p_{пл} = \mu_1 T \mu_2 q^2 K_1, \quad (9)$$

где T – продолжительность фильтровального цикла (продолжительность работы до момента регенерации), с;

μ_2 – объемная концентрация пыли на входе в фильтр, кг/м³;

K_1 – экспериментальный параметр сопротивления слоя пыли м/кг.

В зависимости от объемной концентрации пыли в воздухе μ_2 и продолжительности работы фильтра до регенерации $T = 3600 \text{ с}$ можно принять значение K_1 приблизительно так:

| | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------|------------------|-------------------|
| $\mu_2, \text{кг/м}^3$ | 0,025 | 0,0625 | 0,09375 | 0,125 | 0,1563 | 0,1875 | 0,21875 |
| $d_{50}=69,8 \text{ мкм}$ | | | | | | | |
| $K_1, \text{м/кг}$ | $3,63 \cdot 10^8$ | $1,45 \cdot 10^8$ | $9,69 \cdot 10^7$ | $7,3 \cdot 10^7$ | $6 \cdot 10^7$ | $4,8 \cdot 10^7$ | $4,15 \cdot 10^7$ |
| $d_{50}=39,2 \text{ мкм}$ | | | | | | | |
| $K_1, \text{м/кг}$ | $1,06 \cdot 10^9$ | $4,23 \cdot 10^8$ | $2,82 \cdot 10^8$ | $2,1 \cdot 10^8$ | $2 \cdot 10^8$ | $1,4 \cdot 10^8$ | $1,21 \cdot 10^8$ |

Для стружкоотсосов $K_{1ст} = 0,014 K_1$.

Пример 2. Стружкоотсос для удаления опилок и пыли от станка ЦА-2А по примеру 1 имеет производительность по воздуху $Q = 1200 \text{ м}^3/\text{ч}$. Продолжительность фильтровального цикла $T = 30 \text{ мин}$. Скорость воздуха во входном патрубке $V = 18 \text{ м/с}$. Определить мощность вентилятора при его КПД $\eta = 0,6$.

Решение. 1. Гидравлическое сопротивление на входе в стружкоотсос

$$\Delta p_k = 0,5 \xi_{mc} \rho V^2 = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 18^2 = 194,4 \text{ Па.}$$

2. Гидравлическое сопротивление ткани мешка при удельной газовой нагрузке $q = 16,4 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$.

$$\Delta p_m = K_n \mu_1 q / 60 = 50 \cdot 10^6 \cdot 18,1 \cdot 10^{-6} \cdot 16,4 / 60 = 247,4 \text{ Па.}$$

3. На станке ЦА-2А образуется пыли 32,5 кг/ч; концентрация пыли равна $\mu_n = 32,5/1200 = 0,0271 \text{ кг/м}^3$; гидравлическое сопротивление слоя пыли на ткани

$$\Delta p_{nl} = \mu_1 T \mu_2 (q/60)^2 K_1 = 18,1 \cdot 10^{-6} \cdot (30 \cdot 60) \cdot 0,0271 \cdot (16,4/60)^2 \cdot 350 \cdot 10^6 \cdot 0,014 = 323,2 \text{ Па.}$$

4. Гидравлическое сопротивление стружкоотсоса

$$\Delta p_o = 194,4 + 247,4 + 323,2 = 765,0 \text{ Па.}$$

Мощность вентилятора

$$P = \Delta p_o Q / 1000 \eta = 765,0 \cdot 1200 / (3600 \cdot 1000 \cdot 0,6) = 0,425 \text{ кВт.}$$

В действующем стружкоотсосе использован пылевой вентилятор с электродвигателем мощностью 1,1 кВт, $n = 3000 \text{ мин}^{-1}$.

Пример 3. Рассчитать фильтр аспирационной установки УВП-СЦ-4 (ЗАО Консар), к которой подсоединены круглопильные деревообрабатывающие станки. Производительность по воздуху $Q = 32000 \text{ м}^3/\text{ч}$, количество перемещаемой пыли $M = 374,5 \text{ кг/ч}$, скорость пыле-воздушного потока при входе в фильтр $V = 18,5 \text{ м/с}$. Период встряхивания рукавов $T = 1 \text{ ч}$.

Определить площадь фильтровальной поверхности тканевых рукавов и гидравлическое сопротивление фильтра.

Решение. 1. Удельная газовая нагрузка для лавсановой фильтровальной ткани

$$q = q_n c_1 c_2 c_3 c_4 c_5.$$

Для рукавных тканевых фильтров, работающих с древесными опилками

$$q_n = 1,27(1,8178 + 5 \cdot 10^{-8} Q) = 1,27(1,8178 + 5 \cdot 10^{-8} \cdot 32000) =$$

$= 2,31 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$; $c_1 = 0,8$; при концентрации пыли в воздушном потоке равна $\mu_2 = 374,5 \cdot 1000 / 32000 = 11,7 \text{ г/м}^3$, $c_2 = 0,99$; $c_3 = 1,1$; $c_4 = 1,0$; $c_5 = 0,95$.

$$q = 2,31 \cdot 0,8 \cdot 0,99 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1,91 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин}).$$

2. Фильтрующая поверхность ткани рукавов, м^2 :

$$F_\phi = Q / 60q = 32000 / (60 \cdot 1,91) = 279 \text{ м}^2.$$

У действующего фильтра $F_\phi = 282 \text{ м}^2$.

3. Гидравлическое сопротивление на входе в корпус рукавного фильтра

$$\Delta p_k = 0,5 \xi_{mc} \rho V^2 = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 18,5^2 = 205,4 \text{ Па.}$$

4. Гидравлическое сопротивление ткани фильтра

$$\Delta p_m = K_n \mu_1 q = 400 \cdot 10^6 \cdot 18,1 \cdot 10^{-6} \cdot 1,91 / 60 = 230,5 \text{ Па.}$$

5. Гидравлическое сопротивление слоя пыли на ткани; при концентрации пыли в потоке $\mu_{2n} = 374,5 / 32000 = 0,0117 \text{ кг/м}^3$

$$\Delta p_{nl} = \mu_1 T \mu_2 q^2 K_1 = 18,1 \cdot 10^{-6} \cdot (60 \cdot 60) \cdot 0,0117 \cdot (1,91/60)^2 \cdot 580 \cdot 10^6 = 448 \text{ Па.}$$

6. Гидравлическое сопротивление установки УВП-СЦ-4

$$\Delta p_o = 205,4 + 230,5 + 448 = 883,9 \text{ Па.}$$

Пример 4. Рассчитать фильтр установки УВП-СТ-14-ПН (ЗАО Консар) [3], работающей с пылью деревообрабатывающих шлифовальных станков (ШлПС-7 – 3 станка, ШлДБ-5 – 1 станок). Объем отсасываемого воздуха от станков $Q = 14000 \text{ м}^3/\text{ч}$, количество перемещаемой пыли $M = 25,077 \text{ кг/ч}$, скорость пыле-воздушного потока при входе в фильтр $V = 16,5 \text{ м/с}$. Период встряхивания рукавов $T = 1 \text{ ч}$.

Определить площадь фильтровальной поверхности тканевых рукавов и гидравлическое сопротивление фильтра.

Решение. 1. Удельная газовая нагрузка для лавсановой фильтровальной ткани

$$q = q_n c_1 c_2 c_3 c_4 c_5.$$

Для рукавных тканевых фильтров, работающих с пылью шлифовальных станков

$$q_n = 1,012(1,1163 + 2 \cdot 10^{-9} Q) = 1,27(1,1163 + 2 \cdot 10^{-9} \cdot 14000) =$$

$= 1,13 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$; $c_1 = 0,8$; при концентрации пыли в воздушном потоке равна $\mu_2 = 25,077 \cdot 1000/13524 = 1,85 \text{ г/м}^3$, $c_2 = 1,3$; для медианного диаметра пыли $d_{50} = 39,1 \text{ мкм}$ $c_3 = 1$; $c_4 = 1,0$; $c_5 = 0,95$.

$$q = 1,13 \cdot 0,8 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1,12 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин}).$$

2. Фильтрующая поверхность ткани рукавов, м^2 :

$$F_\phi = Q / 60q = 14000 / (60 \cdot 1,12) = 208,3 \text{ м}^2.$$

У действующего фильтра $F_\phi = 209 \text{ м}^2$.

3. Гидравлическое сопротивление на входе в корпус рукавного фильтра

$$\Delta p_k = 0,5 \xi_{mc} \rho V^2 = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 16,5^2 = 163,4 \text{ Па.}$$

4. Гидравлическое сопротивление ткани фильтра

$$\Delta p_m = K_n \mu_1 q = 400 \cdot 10^6 \cdot 18,1 \cdot 10^{-6} \cdot 1,12 / 60 = 135,1 \text{ Па.}$$

5. Гидравлическое сопротивление слоя пыли на ткани; при концентрации пыли в потоке

$$\mu_{2n} = 25,077 / 14000 = 0,00179 \text{ кг/м}^3;$$

$$\Delta p_{nl} = \mu_1 T \mu_2 q^2 K_1 = 18,1 \cdot 10^{-6} \cdot (60 \cdot 60) \cdot 0,00185 \cdot (1,12/60)^2 \cdot 14100 \cdot 10^6 = 592,3 \text{ Па.}$$

6. Гидравлическое сопротивление установки УВП-СТ-14-ПН

$$\Delta p_o = 163,4 + 135,1 + 592,3 = 890,8 \text{ Па.}$$

Выводы.

1. Пыль, полученная на шлифовальных станках, имеет медианный диаметр $d_{50} = 39,1 \text{ мкм}$, а пыль, образующаяся при пилении и фрезеровании – $d_{50} = 69,7 \text{ мкм}$.

2. Начальное значение удельной газовой нагрузки можно принять так:

– для рукавных тканевых фильтров, работающих с древесными опилками, стружками $q_n = 1,27(1,8178 + 5 \cdot 10^{-8} Q)$;

- для рукавных тканевых фильтров, работающих с шлифовальной пылью $q_n = 1,012(1,1163 + 2 \cdot 10^{-9} Q)$;
- для тканевых фильтров стружкоотсосов $q_n = 1,27(18,473 - 0,0017Q)$.

Библиографический список

1. Ветошкин, А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки [Текст]/ А.Г. Ветошкин; Пенза: Пензенский гос. ун-т, 2005. 210 с.
2. Александров, А.Н. Пневмотранспорт и пылеулавливающие сооружения на деревообрабатывающих предприятиях [Текст]/ А.Н. Александров, Г.Ф. Козориз// М.: Лесн. пром-сть, 1988. 248 с.
3. Очистка воздуха от промышленных выбросов. Проектирование, изготовление, монтаж [Текст]; Саров: ЗАО Консар. 98 с.

Малюшова Е. В., Гамрекели М. Н. (УГЛТУ, г. Екатеринбург РФ)
gamrekely@mail.ru

УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ОБЕСПЫЛИВАНИЯ ВОЗДУХА РАБОЧИХ ЗОН ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ *THE CONDITIONS FOR EFFECTIVE DUST MAINTENANCE DECREASE IN THE WORKING ZONES AIR OF WOOD MANUFACTURES*

Механическая обработка древесины сопровождается образованием значительного количества мелкодисперсных отходов и пыли. На деревообрабатывающих и мебельных предприятиях воздушная среда загрязняется сложной смесью веществ, состав которой обусловлен характером производства. Большое количество многокомпонентной по составу пыли образуется при операциях шлифования и полирования деталей мебели.

Несмотря на принимаемые меры защиты, определенное количество древесной пыли все же поступает в воздушную среду и осаждается на поверхностях строительных конструкций, стен и оборудования. Осевшая пыль может вновь загрязнять воздушную среду под воздействием воздушных потоков и в результате технологической вибрации.

В деревообрабатывающих производствах источники выделения пыли (частиц с диаметром до 200 мкм) бывают двух видов. К первому виду источников относится технологическое оборудование, при работе которого пыль, а также более крупные частицы образуются в качестве отходов механической обработки древесных и других материалов. Ко второму виду источников относится технологическое оборудование для получения измельченных материалов, которые являются полуфабрикатами в технологических процессах, например в производстве древесностружечных плит, или конечным продуктом в производстве древесной муки.

Для источников, как первого, так и второго видов, задача предотвращения попадания пыли в объем производственных помещений решается путем отсоса дисперсных